

b.

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-275520

(43)Date of publication of application : 06.10.2000

(51)Int.Cl.

G02B 15/16

G02B 13/18

G02B 15/163

(21)Application number : 11-079190

(71)Applicant : MINOLTA CO LTD

(22)Date of filing : 24.03.1999

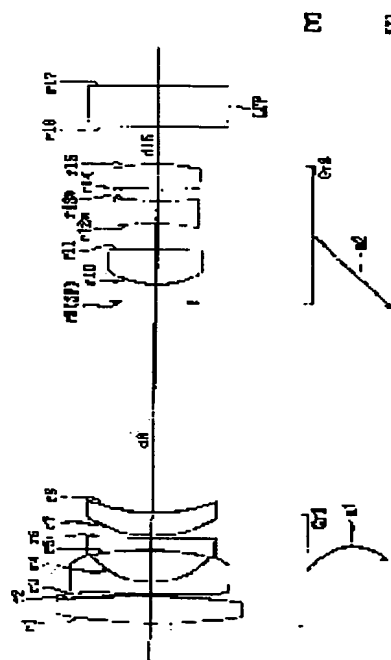
(72)Inventor : ISONO MASAFUMI

## (54) ZOOM LENS

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a zoom lens which has high performance and is small-sized and inexpensive by equipping a 1st lens group with a positive lens most on the object side and composing a 2nd lens group of three lenses.

SOLUTION: The 1st lens group Gr1 having negative power is composed of a biconvex positive lens, a negative meniscus lens which is concave to the image side, a biconcave negative lens, and a positive meniscus lens which is convex to the object side in order from the object side. The 2nd lens group Gr2 having positive power is composed of a biconvex positive lens, a biconcave lens (whose surfaces are both aspherical), and a biconvex positive lens. Preferably,  $0.1 < \text{FF}/\text{F1} < 0.6$  holds. Here, FF is the focal length of the 1st lens group and F1 is the focal length of the positive lens most on the object side in the 1st lens group. Thus, the positive lens is arranged most on the object side of the 1st lens group Gr1 to excellently correct distortion, specially, the distortion on the short-focal-length side.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's]

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the small and cheap zoom lens suitable for especially the digital still camera about a zoom lens.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, the digital still camera which can incorporate a picture easily is spreading with the spread of personal computers. With the spread of such digital still cameras, the cheaper digital still camera is called for and much more cost cut is requested also from photography optical system. On the other hand, the number of pixels of an optoelectric transducer is increasing every year, and photography optical system is asked for the more highly efficient thing. Therefore, it is necessary to meet a conflicting requirement called a cost cut and highly-efficient-izing. To the above requests, it is compact as indicated by JP,10-282416,A etc., and many zoom lenses for using for the camera which has CCD (Charge Coupled Device) are proposed.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, with the zoom lens indicated by the above-mentioned official report, since the big aspheric lens of a path is used for the 1st lens group, it is a cost rise as a result.

[0004] this invention is made in view of such a situation, and it aims at offering a highly efficient, small, and cheap zoom lens.

[0005]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, the zoom lens of the 1st invention The 1st lens group which has negative power in order from a body side, and the 2nd lens group which has positive power, \*\* -- it has, even if few, and it is the zoom lens which performs variable power by changing the interval of the aforementioned 1st lens group and the aforementioned 2nd lens group, the aforementioned 1st lens group has a positive lens in a body side most, and it is characterized by the aforementioned 2nd lens group consisting of three lenses

[0006] The zoom lens of the 2nd invention is characterized by satisfying the following conditional expression (1) further in the composition of invention of the above 1st.

$0.1 < |FF/F1| < 0.6$  — the inside of (1) however the focal distance of the FF:1st lens group, and the F1:1st lens group — most — the focal distance of the positive lens by the side of a body — it comes out

[0007] The zoom lens of the 3rd invention is characterized by the aforementioned 1st lens group consisting of a positive lens, a negative lens, and a positive lens sequentially from a body side in the composition of invention of the above 1st.

[0008] The zoom lens of the 4th invention is characterized by the aforementioned 1st lens group consisting of a positive lens, a negative lens, a negative lens, and a positive lens sequentially from a body side in the composition of invention of the above 1st.

[0009] The zoom lens of the 5th invention is characterized by the aforementioned 1st lens group consisting only of a spherical lens in the composition of invention of the above 1st.

[0010] The zoom lens of the 6th invention is characterized by satisfying the following conditional expression (2) further in the composition of invention of the above 1st.

$0.2 < |FW/FF| < 0.8$  — (2) however the focal distance of the whole system in FW:wide angle edge, and the focal distance of the FF:1st lens group — it comes out

[0011] The zoom lens of the 7th invention is characterized by the aforementioned 2nd lens group consisting of a positive lens, a negative lens, and a positive lens sequentially from a body side in the composition of invention of the above 1st.

[0012] The zoom lens of invention of the octavus is characterized by satisfying the following conditional expression (3) further in the composition of invention of the above 7th.

$0.5 < |FR/FN| < 1.5$  — (3)

however, the focal distance of the FR:2nd lens group and the focal distance of the negative lens in the FN:2nd lens group — it comes out

[0013] The zoom lens of the 9th invention is characterized by being 2 group zoom lens which consists only of the aforementioned 1st lens group and the aforementioned 2nd lens group in the composition of invention of the above 1st.

[0014] The zoom lens of the 10th invention is characterized by being 3 group zoom lens further equipped with the 3rd lens group which has positive power in the image side of the aforementioned 2nd lens group in the composition of invention of the above 1st.

[0015] The zoom lens of the 11th invention is characterized by satisfying the following conditional expression (4) further in the composition of invention of the above 10th.

$0.01 < FW/FC < 0.61$  — (4) however the focal distance of the whole system in FW:wide angle edge, and the focal distance of the FC:3rd lens group — it comes out

[0016]

[Embodiments of the Invention] Hereafter, the zoom lens which carried out this invention is explained, referring to a drawing. Drawing 1 – drawing 6 are the lens block diagrams corresponding to the zoom lens of the gestalt of the 1st – the 6th operation, respectively, and show lens arrangement in a wide angle edge [W]. The arrow  $m_j$  ( $2 \leq j \leq 3$ ) in each lens block diagram shows typically movement of the  $j$ -th lens group (Gr $_j$ ) in zooming from a wide angle edge [W] to a tele edge [T], respectively. Moreover, among each lens block diagram, the field where  $r_i$  ( $i = 1, 2$  and  $3, \dots$ ) was attached is counted from a body side, and is the  $i$ -th field, and the field where \* mark was given to  $r_i$  is the aspheric surface. The axial upper surface interval to which  $d_i$  ( $i = 1, 2$  and  $3, \dots$ ) was given is an adjustable interval which counts from a body side and changes in zooming among the  $i$ -th axial upper surface intervals.

[0017] Each gestalt of each operation is a zoom lens suitable for the digital still camera which equips order with the 1st lens group (Gr $_1$ ) which has negative power, and the 2nd lens group (Gr $_2$ ) which has positive power at least from a body side, and performs variable power by changing the interval of the 1st lens group (Gr $_1$ ) and the 2nd lens group (Gr $_2$ ). Moreover, the 1st lens group (Gr $_1$ ), it is 2 group zoom lens which reaches and consists only of the 2nd lens group (Gr $_2$ ), and the gestalt of the 1st – the 4th operation is 3 group zoom lens with which the gestalt of the 5th and the 6th operation equipped further the image side of the 2nd lens group (Gr $_2$ ) with the 3rd lens group (Gr $_3$ ) which has positive power. Also in the gestalt of which operation, between the 1st lens group (Gr $_1$ ) and the 2nd lens group (Gr $_2$ ), drawing (SP) which carries out zoom movement with the 2nd lens group (Gr $_2$ ) is arranged, and the low pass filter (LPF) is arranged most at the image side.

[0018] << — gestalt ( drawing 1 , positive/negative \*\*\*\*-positive/negative positive)>>> of the 1st operation — in the gestalt of the 1st operation, each lens group is constituted as follows sequentially from the body side with the positive meniscus lens of a convex, the 1st lens group (Gr $_1$ ) comes out, and is constituted at the negative meniscus lens of concave, the negative lens of both concaves, and the body side at the positive lens of both convexes, and the image side the 2nd lens group (Gr $_2$ ) comes out with the positive lens of both convexes, the negative lens (both sides are the aspheric surface) of both concaves, and the positive lens of both convexes, and is constituted

[0019] << — gestalt ( drawing 2 , positive/negative \*\*\*\*-positive/negative positive)>>> of the 2nd operation — in the gestalt of the 2nd operation, each lens group is constituted as follows

sequentially from the body side with the positive meniscus lens of a convex, the 1st lens group (Gr1) comes out, and is constituted at the negative meniscus lens of concave, the negative lens of both concaves, and the body side at the positive lens of both convexes, and the image side with the negative meniscus lens (both sides are the aspheric surface) of concave, and the positive lens of both convexes, the 2nd lens group (Gr2) comes out, and is constituted at the positive lens of both convexes, and the image side

[0020] << — the 3rd and gestalt ( drawing 3 , drawing 4 ; positive/negative positive-positive/negative positive)>>> of the 4th operation — in the gestalt of the 3rd and the 4th operation, each lens group is constituted as follows sequentially from the body side with the positive meniscus lens of a convex, the 1st lens group (Gr1) comes out, and is constituted at the positive meniscus lens of a convex, the negative lens of both concaves, and the body side at the image side the 2nd lens group (Gr2) comes out with the positive lens of both convexes, the negative lens (both sides are the aspheric surface) of both concaves, and the positive lens of both convexes, and is constituted

[0021] << — gestalt ( drawing 5 , positive/negative \*\*\*\*-positive/negative positive-positive)>>> of the 5th operation — in the gestalt of the 5th operation, each lens group is constituted as follows sequentially from the body side with the positive meniscus lens of a convex, the 1st lens group (Gr1) comes out, and is constituted at the negative meniscus lens of concave, the negative lens of both concaves, and the body side at the positive lens of both convexes, and the image side with the negative meniscus lens (both sides are the aspheric surface) of concave, and the positive lens of both convexes, the 2nd lens group (Gr2) comes out, and is constituted at the positive lens of both convexes, and the image side The 3rd lens group (Gr3) consists of positive meniscus lenses of a convex at the image side.

[0022] << — gestalt ( drawing 6 , positive/negative positive-positive/negative positive-positive)>>> of the 6th operation — in the gestalt of the 6th operation, each lens group is constituted as follows sequentially from the body side with the positive meniscus lens of a convex, the 1st lens group (Gr1) comes out, and is constituted at the positive meniscus lens of a convex, the negative lens of both concaves, and the body side at the image side with the positive meniscus lens of a convex, the 2nd lens group (Gr2) comes out, and is constituted at the negative meniscus lens (both sides are the aspheric surface) of concave, and the body side at the positive lens of both convexes, and the image side The 3rd lens group (Gr3) consists of positive lenses of both convexes.

[0023] As mentioned above, the 1st lens group (Gr1) has the positive lens for any gestalt of operation in the body side most, and the 2nd lens group (Gr2) consists of three lenses. thus, the zoom lens which equipped the body side with the 1st lens group (Gr1) which has negative power, and the 2nd lens group (Gr2) which has positive power at least most — setting — the thing of the 1st lens group (Gr1) for which a positive lens is most arranged to a body side — distortion aberration, especially the distortion aberration by the side of a short focal distance — good — an amendment — things become possible arranging a positive lens especially — the \*\* of the 1st lens group (Gr1) which does not arrange the aspheric surface to a body side most — the distortion aberration by the side of a short focal distance — an amendment — without degrading the optical-character ability of the 1st lens group (Gr1), since things become possible, use of an expensive aspheric lens can be cut down and it is very effective in the cost cut of optical system

[0024] Furthermore, since it becomes possible to constitute the 2nd lens group (Gr2) compactly and lightweight by constituting the 2nd lens group (Gr2) from three lenses, in the case of the zoom lens with which the 1st lens group (Gr1) has negative power, on the occasion of zooming, the burden of the drive system of the 2nd lens group with large movement magnitude (Gr2) can be mitigated, and it is effective in the cost cut of an optical unit. And it becomes possible by constituting the 2nd lens group (Gr2) from three positive/negative positive lenses to make astigmatic change small over all zoom regions. Furthermore, when performing a good aberration amendment, it is desirable to prepare the aspheric surface in the negative lens in the 2nd lens group (Gr2).

[0025] By constituting the 1st lens group (Gr1) from a body side with three positive/negative

positive lenses in order, the big effect which rectifies distortion aberration and comatic aberration with sufficient balance can be acquired. Furthermore, it becomes possible by constituting the 1st lens group (Gr1) from four lenses of positive/negative \*\*\*\* sequentially from a body side to aim at balance of an amendment with distortion aberration and comatic aberration still better from the case of positive/negative positive three-sheet composition. However, any of 3 or 4-sheet composition naturally, since the direction of four-sheet composition increases lens number of sheets, it adopts as composition of the 1st lens group (Gr1) should just choose suitably in view of the performance factor demanded of optical system, and the factor of cost or a space.

[0026] By constituting the 1st lens group (Gr1) only from a spherical lens, a large cost cut is attained as compared with the optical system which uses the aspheric lens. When the 1st lens group (Gr1) tends to realize a bright lens system especially in the zoom lens system which has negative power, it is in the inclination for the effective diameter of the 1st lens group (Gr1) to become large. When using a lens with a big effective diameter as an aspheric lens, a great cost rise cannot be avoided in a glass aspheric lens. Moreover, when an aspheric lens is made into a plastic lens, the focal distance change to environmental temperature is large, and the dissatisfaction is large in recent years in respect of the reliability as optical system of the digital still camera with which high definition-ization is called for. Therefore, since it becomes unnecessary to use an expensive glass aspheric lens by constituting the 1st lens group (Gr1) only from a spherical lens, a large cost cut is attained.

[0027] By making a zoom lens into 2 component zoom of \*\*\*\*, the composition of a camera cone, especially the move composition of zoom become easy, and lead to the cost cut of the whole optical unit. Moreover, since it becomes possible by making a zoom lens into 3 component zoom of \*\*\*\*\* to secure tele cent rucksack nature more to an image side as compared with the case of 2 component zoom of \*\*\*\*, it becomes advantageous to the illuminance reservation for a periphery at the time of using the solid state image pickup device of a raise in a pixel which has a micro lens.

[0028] << — desirable condition >> — next, the conditional expression which the zoom lens of the gestalt of each operation should satisfy is explained In addition, if the gestalt of each operation needs to fill simultaneously no conditional expression shown below and satisfies each conditional expression independently, respectively, it is possible to attain the operation effect of corresponding. Of course, it cannot be overemphasized that it is more more desirable from viewpoints, such as optical-character ability, a miniaturization, and assembly, to satisfy two or more conditional expression.

[0029] It is desirable to satisfy the following conditional expression (1).

$0.1 < |FF/F1| < 0.6$  — the inside of (1) however the focal distance of the FF:1st lens group (Gr1), and the F1:1st lens group (Gr1) — most — the focal distance of the positive lens by the side of a body — it comes out

[0030] Conditional expression (1) has specified the condition range for making distortion aberration and comatic aberration mainly balance. If the minimum of conditional expression (1) is exceeded, negative distortion aberration will become large. On the contrary, if the upper limit of conditional expression (1) is exceeded, comatic aberration will get worse and the bad influence to astigmatism will become large.

[0031] It is desirable to satisfy the following conditional expression (2).

$0.2 < |FW/FF| < 0.8$  — (2) however the focal distance of the whole system in FW:wide angle edge [W], and the focal distance of the FF:1st lens group (Gr1) — it comes out

[0032] Conditional expression (2) has specified the condition range for keeping suitable the size of an aberration amendment and optical system. Although it will become advantageous to an aberration amendment since the power of the 1st lens group (Gr1) becomes weak too much if the minimum of conditional expression (2) is exceeded, increase of an overall length and increase of front \*\*\*\* will be caused. On the contrary, although it will become advantageous to overall-length shortening since the power of the 1st lens group (Gr1) becomes strong too much if the upper limit of conditional expression (2) is exceeded, \*\*\*\* of the image surface by the side of excess becomes remarkable.

[0033] It is desirable to satisfy the following conditional expression (3).

$0.5 < |FR/FN| < 1.5$  — (3) however the focal distance of the FR:2nd lens group (Gr2), and the focal distance of the negative lens in the FN:2nd lens group (Gr2) — it comes out

[0034] Conditional expression (3) has specified the condition range for making comatic aberration mainly balance. If the minimum of conditional expression (3) is exceeded, comatic aberration will get worse and the bad influence to the high order chromatic aberration of magnification will become large. On the contrary, if the upper limit of conditional expression (3) is exceeded, comatic aberration will get worse and the bad influence to astigmatism will become large.

[0035] It is desirable to satisfy the following conditional expression (4).

$0.01 < FW/FC < 0.61$  — (4)

however, the focal distance of the whole system in FW:wide angle edge [W] and the focal distance of the FC:3rd lens group (Gr3) — it comes out

[0036] Conditional expression (4) has specified the condition range for keeping suitable the size of an aberration amendment and optical system. Although it will become advantageous to an aberration amendment since the power of the 3rd lens group (Gr3) becomes weak too much if the minimum of conditional expression (4) is exceeded, increase of an overall length and increase of front \*\*\*\* will be caused. On the contrary, although it will become advantageous to overall-length shortening since the power of the 3rd lens group (Gr3) becomes strong too much if the upper limit of conditional expression (4) is exceeded, \*\*\*\* of the image surface by the side of excess becomes remarkable.

[0037] It is desirable to satisfy the following conditional expression (5).

$-0.6 < (r1A+r1B)/(r1A-r1B) < 2.0$  — the inside of (5), however the r1A:1st lens group (Gr1) — most — the inside of the radius of curvature of the body side of the positive lens by the side of a body, and the r1B:1st lens group (Gr1) — most — the radius of curvature of the image side of the positive lens by the side of a body — it comes out

[0038] Conditional expression (5) has specified the condition range for making distortion aberration and comatic aberration mainly balance. If the minimum of conditional expression (5) is exceeded, negative distortion aberration will become large. On the contrary, if the upper limit of conditional expression (5) is exceeded, comatic aberration will get worse and the bad influence to astigmatism will become large.

[0039] It is desirable to satisfy the following conditional expression (6).

$0.2 < |FF/FP| < 1.0$  — the inside of (6) however the focal distance of the FF:1st lens group (Gr1), and the FP:1st lens group (Gr1) — most — the focal distance of the positive lens by the side of an image — it comes out

[0040] Conditional expression (6) has specified the condition range for making comatic aberration mainly balance. If the minimum of conditional expression (6) is exceeded, comatic aberration will get worse and the bad influence to the high order chromatic aberration of magnification will become large. On the contrary, if the upper limit of conditional expression (6) is exceeded, comatic aberration will get worse and the bad influence to astigmatism will become large.

[0041] It is desirable to satisfy the following conditional expression (7).

$0.5 < TR/FW < 2.0$  — (7), however the TR:2nd lens group (Gr2) — most — from the body side — most — the distance to the image side, and the focal distance of the whole system in FW:wide angle edge [W] — it comes out

[0042] Conditional expression (7) has specified the condition range for keeping suitable the size of an aberration amendment and optical system. Although it will become advantageous to overall-length shortening since the power of the 2nd lens group (Gr2) becomes strong too much if the minimum of conditional expression (7) is exceeded, \*\*\*\* of the image surface by the side of excess becomes remarkable. On the contrary, although it will become advantageous to an aberration amendment since the power of the 2nd lens group (Gr2) becomes weak too much if the upper limit of conditional expression (7) is exceeded, increase of an overall length will be caused.

[0043] It is desirable to satisfy the following conditional expression (8).

$1 < \text{img} \times R < 20$  — (8) however the img:maximum image quantity, and R : most — the effective diameter (diameter) of the field by the side of an image — it comes out

[0044] Conditional expression (8) has specified the condition range for mainly keeping suitable conditions peculiar to the size of optical system, aberration, and a video camera. The micro lens for generally raising condensing nature to the solid state image pickup device (for example, CCD) used for a video camera is prepared in the front face of each photo detector. In order to fully demonstrate the property of a micro lens, it is necessary to carry out incidence of the flux of light to abbreviation parallel (abbreviation perpendicular [ as opposed to / the light-receiving side of each photo detector / That is, ]) to the optical axis of a micro lens. For that purpose, it is required that photography optical system should be a tele cent rucksack at an image side. If the upper limit of conditional expression (8) is exceeded, while it will become more than required that it is an abbreviation tele cent rucksack and negative distortion aberration will become large, \*\*\*\* by the side of the undershirt of the image surface becomes remarkable. On the contrary, if the minimum of conditional expression (8) is exceeded, it becomes difficult to satisfy that it is an abbreviation tele cent rucksack, and though it is satisfied, since a back focus becomes longer than required, enlargement of the optical system itself will be caused.

[0045] In addition, although each lens group which constitutes the gestalt of the 1st – the 6th operation consists of only refracted type lenses (lens of the type with which a deviation is performed by the interface of the media which are got blocked and have a different refractive index) which deflect an incident ray by refraction, it is not restricted to this. For example, each lens group may consist of a diffracted type lens which deflects an incident ray by diffraction, a refraction / diffraction hybrid type lens which deflects an incident ray in the combination of a diffraction operation and a refraction operation, a gradient index lens which deflects an incident ray by the refractive-index distribution in a medium.

[0046]

[Example] Hereafter, construction data, an aberration view, etc. are mentioned and the composition of the zoom lens which carried out this invention is explained still more concretely. In addition, the next examples 1–6 are equivalent to the gestalt of the 1st – the 6th operation mentioned above, respectively, and the lens block diagram ( drawing 1 – drawing 6 ) showing the gestalt of the 1st – the 6th operation shows the lens composition of the corresponding examples 1–6, respectively.

[0047] In the construction data of each example,  $r_i$  ( $i=1, 2$  and  $3, \dots$ ) is counted from a body side. The radius of curvature of the  $i$ -th field,  $d_i$  ( $i=1, 2$  and  $3, \dots$ ) is counted from a body side, shows the  $i$ -th axial upper surface interval, counts nickel ( $i=1, 2$  and  $3, \dots$ ) and  $n_{ui}$  ( $i=1, 2$  and  $3, \dots$ ) from a body side, and shows the refractive index ( $N_d$ ) and the Abbe number ( $n_{ud}$ ) to d line of the  $i$ -th optical element. Moreover, the axial upper surface interval which changes in zooming is an adjustable air interval in a wide angle edge (short focal distance edge) [W] middle (middle focal distance state) [M] – a tele edge (long focal distance edge) [T] among construction data. The focal distance  $f$  and the f number FNO of the whole system corresponding to each focal distance state [W], [M], and [T] are shown collectively.

[0048] It shall be shown that the field where \* mark was given to radius of curvature  $r_i$  is a field which consisted of the aspheric surfaces, and it shall define as the formula (AS) of the following showing the field configuration of the aspheric surface. The aspheric surface data of each aspheric surface are combined with other data, and are shown, and a conditional-expression correspondence value is shown in Table 1.

$X(H) = (C-H^2) / \{1 + \sqrt{1 - C^2, H^2}\} + (A_4, H^4 + A_6, H^6 + A_8, H^8 + A_{10}$  and  $H^{10} + A_{12}, H^{12})$  (AS) — AS Correct. the variation rate of the direction of an optical axis in the inside of a formula (AS), and the position of  $X(H)$ : height  $H$  — an amount (plane peak point criteria) and  $H$  : an optical axis — receiving — the height of a perpendicular direction, and  $C$  : Paraxial curvature and  $A_i$  : the  $i$ -th aspheric surface coefficient — it comes out

[0049] Drawing 7 – drawing 12 are the aberration views corresponding to an example 1 – an example 6, respectively, and [W] shows many aberration [ in / a tele edge / a wide angle edge and [M], and / in [T] ] (to the order from the left, they are astigmatism, such as spherical aberration, and distortion aberration) (the  $Y'$ : maximum image quantity). / middle Moreover, among each aberration view, aberration [ as opposed to d line in a solid line (d) ], aberration [ as opposed to g line in an alternate long and short dash line (g) ], aberration [ as opposed to c line



in a two-dot chain line (c) ], and the dashed line (SC) express sine condition, and astigmatism and a solid line (DS) express the astigmatism over d line in a sagittal side. [ as opposed to d line in a meridional side in a dashed line (DM) ]

[0050]

《実施例 1》

$f=8.24\sim13.02\sim20.58$ ,  $FNO=3.90\sim4.60\sim5.77$

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率] [アッペ数]

$r1= 42.348$   
 $d1= 2.351$   $N1=1.75450$   $\nu 1= 51.57$   
 $r2= -65.454$   
 $d2= 0.200$   
 $r3= 127.984$   
 $d3= 1.000$   $N2=1.78831$   $\nu 2= 47.32$   
 $r4= 6.406$   
 $d4= 2.756$   
 $r5= -26.940$   
 $d5= 1.082$   $N3=1.48749$   $\nu 3= 70.44$   
 $r6= 258.614$   
 $d6= 0.200$   
 $r7= 9.913$   
 $d7= 1.977$   $N4=1.84666$   $\nu 4= 23.82$   
 $r8= 14.477$   
 $d8= 18.351\sim9.204\sim3.411$   
 $r9= \infty(SP)$   
 $d9= 1.500$   
 $r10= 6.737$   
 $d10= 3.150$   $N5=1.48749$   $\nu 5= 70.44$   
 $r11= -84.544$   
 $d11= 2.170$   
 $r12=-39.380$   
 $d12= 2.020$   $N6=1.84506$   $\nu 6= 23.66$   
 $r13=-34.078$   
 $d13= 1.060$   
 $r14= 63.053$   
 $d14= 2.200$   $N7=1.51823$   $\nu 7= 58.96$   
 $r15= -15.366$   
 $d15= 3.190\sim8.155\sim16.010$   
 $r16= \infty$   
 $d16= 3.480$   $N8=1.51680$   $\nu 8= 64.20$   
 $r17= \infty$

[0051] [Aspheric surface data of 12th page (r12)]  $\epsilon=1.0000A4=-0.61201\times10^{-3}A6=0.59746\times10^{-5}A8=-0.24463\times10^{-6}A10=-0.49318\times10^{-9}A12=-0.88892\times10^{-12}$ [0052] [Aspheric surface data of 13th page (r13)]  $\epsilon=1.0000A4=-0.48791\times10^{-4}A6=0.16377\times10^{-4}A8=0.10555\times10^{-6}A10=0.39502\times10^{-10}A12=-0.49995\times10^{-12}$ [0053]

## 《実施例 2》

f=7.72~12.60~20.58, FNO=3.70~4.50~5.77

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率] [アッベ数]

```

r1= 61.495
      d1= 2.264 N1=1.75450 ν1= 51.57
r2= -57.901
      d2= 0.200
r3= 82.677
      d3= 1.000 N2=1.78831 ν2= 47.32
r4= 6.107
      d4= 2.854
r5= -29.879
      d5= 1.000 N3=1.48749 ν3= 70.44
r6= 51.210
      d6= 0.200
r7= 10.130
      d7= 2.058 N4=1.84666 ν4= 23.82
r8= 16.993
      d8= 18.531~9.145~3.386
r9= ∞(SP)
      d9= 1.500
r10= 7.006
      d10= 2.941 N5=1.48749 ν5= 70.44
r11= -27.376
      d11= 1.318
r12*= 62.883
      d12= 1.923 N6=1.84506 ν6= 23.66
r13*= 13.427
      d13= 2.997
r14= 242.470
      d14= 1.764 N7=1.51823 ν7= 58.96
r15= -16.297
      d15= 3.000~8.541~17.605
r16= ∞
      d16= 3.480 N8=1.51680 ν8= 64.20
r17= ∞

```

[0054] [Aspheric surface data of 12th page (r12)] epsilon= 1.0000A4=-0.58746x10-3A6= 0.16863x10-5A8=-0.31408x10-6A10= 0.37284x10-7A12=-0.23694x10-8[0055] [Aspheric surface data of 13th page (r13)] epsilon= 1.0000A4=-0.10910x10-3A6= 0.13363x10-4A8= 0.42174x10-7A10=-0.12506x10-7A12= 0.16770x10-8[0056] <<example 3>>

$f=8.24\sim13.02\sim20.58$ ,  $FN0=3.95\sim4.65\sim5.77$

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率] [アッベ数]

$r1= -114.361$   
 $d1= 2.045$   $N1=1.78100$   $\nu 1= 44.55$   
 $r2= -29.531$   
 $d2= 0.426$   
 $r3= -648.092$   
 $d3= 1.000$   $N2=1.78100$   $\nu 2= 44.55$   
 $r4= 6.661$   
 $d4= 3.041$   
 $r5= 8.253$   
 $d5= 2.081$   $N3=1.79850$   $\nu 3= 22.60$   
 $r6= 10.599$   
 $d6= 19.325\sim9.638\sim3.504$   
 $r7= \infty(SP)$   
 $d7= 1.500$   
 $r8= 6.737$   
 $d8= 3.150$   $N4=1.48749$   $\nu 4= 70.44$   
 $r9= -84.544$   
 $d9= 2.170$   
 $r10*=-55.975$   
 $d10= 2.020$   $N5=1.84506$   $\nu 5= 23.66$   
 $r11*= 26.163$   
 $d11= 1.060$   
 $r12= 63.053$   
 $d12= 2.200$   $N6=1.51823$   $\nu 6= 58.96$   
 $r13= -15.366$   
 $d13= 3.013\sim7.743\sim15.222$   
 $r14= \infty$   
 $d14= 3.480$   $N7=1.51680$   $\nu 7= 64.20$   
 $r15= \infty$

[0057] [Aspheric surface data of 10th page ( $r10$ )]  $\epsilon=1.0000A4=-0.71098\times10^{-3}A6=$   
 $0.17639\times10^{-6}A8=0.84557\times10^{-6}A10=-0.28993\times10^{-9}A12=-0.79492\times10^{-8}$ [0058] [Aspheric surface  
 data of 11th page ( $r11$ )]  $\epsilon=1.0000A4=-0.19528\times10^{-3}A6=0.23130\times10^{-4}A8=-0.59546\times10^{-$   
 $7A10=-0.60618\times10^{-8}A12=-0.35085\times10^{-8}$ [0059]

## 《実施例 4》

f=8.24~13.02~20.58, FNO=3.95~4.65~5.77

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率] [アッペ数]

r1= -107.105

d1= 2.046 N1=1.78100  $\nu$ 1= 44.55

r2= -28.961

d2= 0.200

r3= -653.168

d3= 1.000 N2=1.78100  $\nu$ 2= 44.55

r4= 6.862

d4= 3.189

r5= 8.543

d5= 2.093 N3=1.79850  $\nu$ 3= 22.60

r6= 11.021

d6= 20.185~9.966~3.495

r7=  $\infty$ (SP)

d7= 1.500

r8= 6.536

d8= 2.894 N4=1.48749  $\nu$ 4= 70.44

r9= -177.629

d9= 2.253

r10\*=-172.259

d10= 1.500 N5=1.84506  $\nu$ 5= 23.66

r11\*= 19.775

d11= 1.827

r12= 39.239

d12= 1.862 N6=1.51823  $\nu$ 6= 58.96

r13= -18.668

d13= 3.000~7.626~14.941

r14=  $\infty$ d14= 3.480 N7=1.51680  $\nu$ 7= 64.20r15=  $\infty$ 

[0060] [Aspheric surface data of 10th page (r10)] epsilon= 1.0000A4=-0.73963x10-3A6=-0.13926x10-5A8= 0.64428x10-6A10=-0.29946x10-7A12=-0.20662x10-8[0061] [Aspheric surface data of 11th page (r11)] epsilon= 1.0000A4=-0.18713x10-3A6= 0.20435x10-4A8=-0.29725x10-6A10= 0.47647x10-7A12=-0.36147x10-8[0062] <<example 5>>

〔曲率半径〕〔軸上面間隔〕〔屈折率〕〔アッベ数〕

r1= 45.228  
     d1= 2.284 N1=1.75450 ν1= 51.57  
 r2= -86.518  
     d2= 0.200  
 r3= 77.495  
     d3= 1.000 N2=1.83400 ν2= 37.05  
 r4= 6.369  
     d4= 2.813  
 r5= -26.185  
     d5= 1.000 N3=1.69100 ν3= 54.75  
 r6= 27.593  
     d6= 0.488  
 r7= 13.377  
     d7= 2.339 N4=1.79850 ν4= 22.60  
 r8= 471.427  
     d8= 18.183~8.747~3.159  
 r9= ∞(SP)  
     d9= 1.500  
 r10= 6.539  
     d10= 3.144 N5=1.60311 ν5= 60.74  
 r11= -50.182  
     d11= 1.240  
 r12\*= 58.131  
     d12= 2.500 N6=1.84506 ν6= 23.66  
 r13\*= 8.071  
     d13= 0.923  
 r14= 18.741  
     d14= 1.808 N7=1.48749 ν7= 70.44  
 r15= -41.403  
     d15= 5.597~11.182~20.621  
 r16= -46.450  
     d16= 2.500 N8=1.84666 ν8= 23.82  
 r17= -23.885  
     d17= 1.000  
 r18= ∞  
     d18= 3.480 N9=1.51680 ν9= 64.20

f=7.21~12.18~20.58,FNO=3.30~4.20~5.77 r19= ∞

[0063] [Aspheric surface data of 12th page (r12)] epsilon= 1.0000A4=-0.84595x10-3A6=-  
 0.93627x10-5A8= 0.20290x10-6A10= 0.95205x10-7A12=-0.77924x10-8[0064] [Aspheric surface  
 data of 13th page (r13)] epsilon= 1.0000A4=-0.14558x10-3A6= 0.62395x10-5A8= 0.21508x10-  
 5A10= 0.14191x10-6A12=-0.19090x10-7[0065] <<example 6>>

〔曲率半径〕〔軸上面間隔〕〔屈折率〕〔アッベ数〕

r1= -104.768  
     d1= 1.910 N1=1.75450  $\nu$ 1= 51.57  
 r2= -34.627  
     d2= 0.330  
 r3= -249.560  
     d3= 1.000 N2=1.77250  $\nu$ 2= 49.77  
 r4= 8.346  
     d4= 3.901  
 r5= 10.278  
     d5= 2.009 N3=1.79850  $\nu$ 3= 22.60  
 r6= 13.894  
     d6= 18.383~9.226~3.428  
 r7=  $\infty$ (SP)  
     d7= 1.500  
 r8= 6.364  
     d8= 3.666 N4=1.58913  $\nu$ 4= 61.11  
 r9= -34.481  
     d9= 0.372  
 r10\*= 22.684  
     d10= 2.500 N5=1.84506  $\nu$ 5= 23.66  
 r11\*= 6.630  
     d11= 1.500  
 r12= 16.892  
     d12= 2.000 N6=1.85000  $\nu$ 6= 40.04  
 r13= 20.321  
     d13= 3.950~8.749~16.337  
 r14= 592.385  
     d14= 2.500 N7=1.75450  $\nu$ 7= 51.57  
 r15= -20.088  
     d15= 1.000  
 r16=  $\infty$   
     d16= 3.480 N8=1.51680  $\nu$ 8= 64.20

f=8.24~13.02~20.58,FNO=3.50~4.40~5.77 r17=  $\infty$

[0066] [Aspheric surface data of 10th page (r10)] epsilon= 1.0000A4=-0.74706x10-3A6=-  
 0.15529x10-4A8= 0.29404x10-6A10= 0.83231x10-7A12=-0.76175x10-8[0067] [Aspheric surface  
 data of 11th page (r11)] epsilon= 1.0000A4=-0.76105x10-4A6=-0.23448x10-5A8= 0.35961x10-  
 5A10= 0.19380x10-7A12=-0.15717x10-7[0068]

[Table 1]

《条件式対応値》

実施例	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	$ FF/F1 $	$ FW/FF $	$ FR/FN $	$FW/FC$	$(r1A+r1B)/(r1A-r1B)$	$ FF/FP $	$TR/FW$	$\log \times R$
1	0.41	0.59	0.68	---	-0.21	0.45	1.29	11.2
2	0.32	0.60	0.71	---	0.03	0.49	1.42	11.4
3	0.29	0.56	0.70	---	1.70	0.44	1.29	12.4
4	0.31	0.54	0.71	---	1.74	0.44	1.25	12.2
5	0.34	0.54	0.78	0.13	-0.31	0.78	1.33	17.1
6	0.28	0.43	1.20	0.32	1.99	0.48	1.22	18.5

[0069]

[Effect of the Invention] A miniaturization and low-cost-izing of a zoom lens can be attained holding a high performance, since the 1st and the 2nd lens group have suitable lens composition in the zoom lens which starts in negative and a positive one according to this invention as explained above. And if this invention is applied to the zoom lens of a digital camera, it can contribute to miniaturization of a digital camera, low-cost-izing, and highly efficient-ization.

[Translation done.]

b.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-275520  
(P2000-275520A)

(43) 公開日 平成12年10月6日 (2000.10.6)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-ト* (参考)
G 0 2 B	15/16	G 0 2 B	2 H 0 8 7
	13/18		
	15/163		

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平11-79190

(22) 出願日 平成11年3月24日 (1999.3.24)

(71) 出願人 000006079

ミノルタ株式会社

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル

(72) 発明者 磯野 雅史

大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪

国際ビル ミノルタ株式会社内

(74) 代理人 100085501

弁理士 佐野 静夫

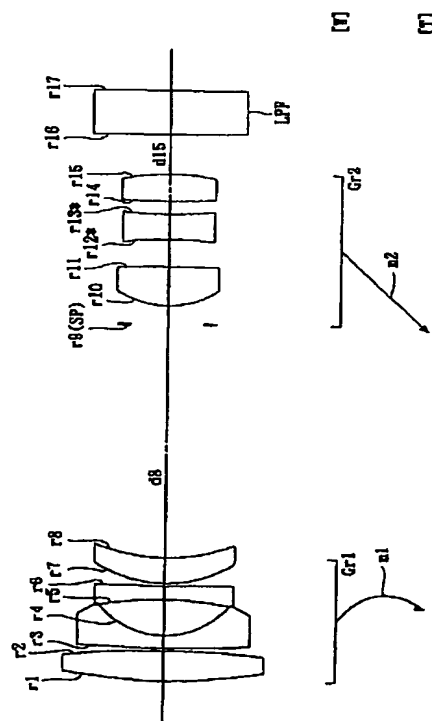
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ズームレンズ

(57) 【要約】

【課題】 高性能で小型・安価なズームレンズを提供する。

【解決手段】 物体側から順に、負の第1レンズ群(Gr1)、正の第2レンズ群(Gr2)から成る。第1、第2レンズ群(Gr1, Gr2)の間隔d8を変えることにより変倍が行われる。第1レンズ群(Gr1)は正負負正のレンズ構成を有し、第2レンズ群(Gr2)は正負正の3枚のレンズから成る。





## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 物体側から順に、負のパワーを有する第 1 レンズ群と、正のパワーを有する第 2 レンズ群と、を少なくとも備え、前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群との間隔を変えることにより変倍を行うズームレンズであって、前記第 1 レンズ群が最も物体側に正レンズを有し、前記第 2 レンズ群が 3 枚のレンズから成ることを特徴とするズームレンズ。

【請求項 2】 更に以下の条件式(1)を満足することを特徴とする請求項 1 記載のズームレンズ；

$$0.1 < |FF/F1| < 0.6 \quad \cdots(1)$$

ただし、

FF：第 1 レンズ群の焦点距離、

F1：第 1 レンズ群中最も物体側の正レンズの焦点距離、である。

【請求項 3】 前記第 1 レンズ群が、物体側から順に、正レンズ、負レンズ及び正レンズから成ることを特徴とする請求項 1 記載のズームレンズ。

【請求項 4】 前記第 1 レンズ群が、物体側から順に、正レンズ、負レンズ、負レンズ及び正レンズから成ることを特徴とする請求項 1 記載のズームレンズ。

【請求項 5】 前記第 1 レンズ群が球面レンズのみから成ることを特徴とする請求項 1 記載のズームレンズ。

【請求項 6】 更に以下の条件式(2)を満足することを特徴とする請求項 1 記載のズームレンズ；

$$0.2 < |FW/FF| < 0.8 \quad \cdots(2)$$

ただし、

FW：広角端での全系の焦点距離、

FF：第 1 レンズ群の焦点距離、

である。

【請求項 7】 前記第 2 レンズ群が、物体側から順に、正レンズ、負レンズ及び正レンズから成ることを特徴とする請求項 1 記載のズームレンズ。

【請求項 8】 更に以下の条件式(3)を満足することを特徴とする請求項 7 記載のズームレンズ；

$$0.5 < |FR/FN| < 1.5 \quad \cdots(3)$$

ただし、

FR：第 2 レンズ群の焦点距離、

FN：第 2 レンズ群中の負レンズの焦点距離、

である。

【請求項 9】 前記第 1 レンズ群及び前記第 2 レンズ群のみから成る 2 群ズームレンズであることを特徴とする請求項 1 記載のズームレンズ。

【請求項 10】 前記第 2 レンズ群の像側に、正のパワーを有する第 3 レンズ群を更に備えた 3 群ズームレンズであることを特徴とする請求項 1 記載のズームレンズ。

【請求項 11】 更に以下の条件式(4)を満足することを特徴とする請求項 10 記載のズームレンズ；

$$0.01 < FW/FC < 0.61 \quad \cdots(4)$$

ただし、

FW：広角端での全系の焦点距離、

FC：第 3 レンズ群の焦点距離、

である。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はズームレンズに関するものであり、特にデジタルスチルカメラに適した、小型で安価なズームレンズに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】近年、パーソナルコンピュータの普及に伴い、手軽に画像を取り込めるデジタルスチルカメラが普及しつつある。このようなデジタルスチルカメラの普及に伴い、より安価なデジタルスチルカメラが求められており、撮影光学系にもより一層のコストダウンが要望されている。一方、光電変換素子の画素数は年々増加の傾向にあり、撮影光学系にはより高性能なものが求められている。したがって、コストダウンと高性能化という相反する要求に 대응していく必要がある。以上のような要望に対し、特開平 10-282416 号公報等に記載されているようにコンパクトで、CCD (Charge Coupled Device) を有するカメラに用いるためのズームレンズが数多く提案されている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記公報に記載されているズームレンズでは、第 1 レンズ群に径の大きな非球面レンズが用いられているため、結果としてコストアップになってしまっている。

【0004】本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであって、高性能で小型・安価なズームレンズを提供することを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、第 1 の発明のズームレンズは、物体側から順に、負のパワーを有する第 1 レンズ群と、正のパワーを有する第 2 レンズ群と、を少なくとも備え、前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群との間隔を変えることにより変倍を行うズームレンズであって、前記第 1 レンズ群が最も物体側に正レンズを有し、前記第 2 レンズ群が 3 枚のレンズから成ることを特徴とする。

【0006】第 2 の発明のズームレンズは、上記第 1 の発明の構成において、更に以下の条件式(1)を満足することを特徴とする。

$$0.1 < |FF/F1| < 0.6 \quad \cdots(1)$$

ただし、

FF：第 1 レンズ群の焦点距離、

F1：第 1 レンズ群中最も物体側の正レンズの焦点距離、

である。

【0007】第 3 の発明のズームレンズは、上記第 1 の発明の構成において、前記第 1 レンズ群が、物体側から順に、正レンズ、負レンズ及び正レンズから成ることを

特徴とする。

【0008】第4の発明のズームレンズは、上記第1の発明の構成において、前記第1レンズ群が、物体側から順に、正レンズ、負レンズ、負レンズ及び正レンズから成ることを特徴とする。

【0009】第5の発明のズームレンズは、上記第1の発明の構成において、前記第1レンズ群が球面レンズのみから成ることを特徴とする。

【0010】第6の発明のズームレンズは、上記第1の発明の構成において、更に以下の条件式(2)を満足することを特徴とする。

$$0.2 < |FW/FF| < 0.8 \quad \cdots (2)$$

ただし、

FW：広角端での全系の焦点距離、

FF：第1レンズ群の焦点距離、

である。

【0011】第7の発明のズームレンズは、上記第1の発明の構成において、前記第2レンズ群が、物体側から順に、正レンズ、負レンズ及び正レンズから成ることを特徴とする。

【0012】第8の発明のズームレンズは、上記第7の発明の構成において、更に以下の条件式(3)を満足することを特徴とする。

$$0.5 < |FR/FN| < 1.5 \quad \cdots (3)$$

ただし、

FR：第2レンズ群の焦点距離、

FN：第2レンズ群中の負レンズの焦点距離、

である。

【0013】第9の発明のズームレンズは、上記第1の発明の構成において、前記第1レンズ群及び前記第2レンズ群のみから成る2群ズームレンズであることを特徴とする。

【0014】第10の発明のズームレンズは、上記第1の発明の構成において、前記第2レンズ群の像側に、正のパワーを有する第3レンズ群を更に備えた3群ズームレンズであることを特徴とする。

【0015】第11の発明のズームレンズは、上記第10の発明の構成において、更に以下の条件式(4)を満足することを特徴とする。

$$0.01 < FW/FC < 0.61 \quad \cdots (4)$$

ただし、

FW：広角端での全系の焦点距離、

FC：第3レンズ群の焦点距離、

である。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明を実施したズームレンズを、図面を参照しつつ説明する。図1～図6は、第1～第6の実施の形態のズームレンズにそれぞれ対応するレンズ構成図であり、広角端[W]でのレンズ配置を示している。各レンズ構成図中の矢印mj(j=1,2,3)は、広

角端[W]から望遠端[T]へのズーミングにおける第jレンズ群(Grj)の移動をそれぞれ模式的に示している。また、各レンズ構成図中、ri(i=1,2,3,...)が付された面は物体側から数えてi番目の面であり、riに\*印が付された面は非球面である。di(i=1,2,3,...)が付された軸上面間隔は、物体側から数えてi番目の軸上面間隔のうち、ズーミングにおいて変化する可変間隔である。

【0017】各実施の形態はいずれも、物体側から順に、負のパワーを有する第1レンズ群(Gr1)と、正のパワーを有する第2レンズ群(Gr2)と、を少なくとも備え、第1レンズ群(Gr1)と第2レンズ群(Gr2)との間隔を変えることにより変倍を行う、デジタルスチルカメラに適したズームレンズである。また、第1～第4の実施の形態は、第1レンズ群(Gr1)及び第2レンズ群(Gr2)のみから成る2群ズームレンズであり、第5、第6の実施の形態は、第2レンズ群(Gr2)の像側に、正のパワーを有する第3レンズ群(Gr3)を更に備えた3群ズームレンズである。いずれの実施の形態においても、第1レンズ群(Gr1)と第2レンズ群(Gr2)との間には、第2レンズ群(Gr2)と共にズーム移動する絞リ(SP)が配置されており、また、最も像側にはローパスフィルター(LPF)が配置されている。

【0018】《第1の実施の形態(図1、正負負正-正負正)》第1の実施の形態において、各レンズ群は物体側から順に以下のように構成されている。第1レンズ群(Gr1)は、両凸の正レンズと、像側に凹の負メニスカスレンズと、両凹の負レンズと、物体側に凸の正メニスカスレンズと、で構成されている。第2レンズ群(Gr2)は、両凸の正レンズと、両凹の負レンズ(両面が非球面)と、両凸の正レンズと、で構成されている。

【0019】《第2の実施の形態(図2、正負負正-正負正)》第2の実施の形態において、各レンズ群は物体側から順に以下のように構成されている。第1レンズ群(Gr1)は、両凸の正レンズと、像側に凹の負メニスカスレンズと、両凹の負レンズと、物体側に凸の正メニスカスレンズと、で構成されている。第2レンズ群(Gr2)は、両凸の正レンズと、像側に凹の負メニスカスレンズ(両面が非球面)と、両凸の正レンズと、で構成されている。

【0020】《第3、第4の実施の形態(図3、図4；正負正-正負正)》第3、第4の実施の形態において、各レンズ群は物体側から順に以下のように構成されている。第1レンズ群(Gr1)は、像側に凸の正メニスカスレンズと、両凹の負レンズと、物体側に凸の正メニスカスレンズと、で構成されている。第2レンズ群(Gr2)は、両凸の正レンズと、両凹の負レンズ(両面が非球面)と、両凸の正レンズと、で構成されている。

【0021】《第5の実施の形態(図5、正負負正-正負正)》第5の実施の形態において、各レンズ群は物体側から順に以下のように構成されている。第1レン

ズ群(Gr1)は、両凸の正レンズと、像側に凹の負メニスカスレンズと、両凹の負レンズと、物体側に凸の正メニスカスレンズと、で構成されている。第2レンズ群(Gr2)は、両凸の正レンズと、像側に凹の負メニスカスレンズ(両面が非球面)と、両凸の正レンズと、で構成されている。第3レンズ群(Gr3)は、像側に凸の正メニスカスレンズで構成されている。

【0022】《第6の実施の形態(図6、正負正-正負正-正)》第6の実施の形態において、各レンズ群は物体側から順に以下のように構成されている。第1レンズ群(Gr1)は、像側に凸の正メニスカスレンズと、両凹の負レンズと、物体側に凸の正メニスカスレンズと、で構成されている。第2レンズ群(Gr2)は、両凸の正レンズと、像側に凹の負メニスカスレンズ(両面が非球面)と、物体側に凸の正メニスカスレンズと、で構成されている。第3レンズ群(Gr3)は、両凸の正レンズで構成されている。

【0023】上記のようにいずれの実施の形態も、第1レンズ群(Gr1)が最も物体側に正レンズを有しており、第2レンズ群(Gr2)が3枚のレンズから成っている。このように、最も物体側に、負のパワーを有する第1レンズ群(Gr1)と、正のパワーを有する第2レンズ群(Gr2)と、を少なくとも備えたズームレンズにおいて、第1レンズ群(Gr1)の最も物体側に正レンズを配置することにより、歪曲収差、特に短焦点距離側の歪曲収差を良好に補正することが可能となる。特に、正レンズを配置することにより、第1レンズ群(Gr1)の最も物体側に非球面を配置せずに短焦点距離側での歪曲収差を補正することが可能となるため、第1レンズ群(Gr1)の光学性能を劣化させることなく、高価な非球面レンズの使用を削減することができ、光学系のコストダウンに極めて有効である。

【0024】また、さらに第2レンズ群(Gr2)を3枚のレンズで構成することにより、第2レンズ群(Gr2)をコンパクトかつ軽量に構成することが可能となるため、第1レンズ群(Gr1)が負のパワーを有するズームレンズの場合、ズミングに際して移動量の大きい第2レンズ群(Gr2)の駆動系の負担を軽減することができ、光学ユニットのコストダウンに有効である。そして、第2レンズ群(Gr2)を正負正の3枚のレンズで構成することにより、全ズーム域にわたって非点収差の変化を小さくすることが可能となる。また、更に良好な収差補正を行う上では、第2レンズ群(Gr2)中の負レンズに非球面を設けることが望ましい。

【0025】第1レンズ群(Gr1)を物体側から順に正負正の3枚のレンズで構成することにより、歪曲収差とコマ収差とをバランス良く補正する大きな効果を得ることができる。さらに、第1レンズ群(Gr1)を物体側から順に正負負正の4枚のレンズで構成することにより、正負正の3枚構成の場合よりも、更に良好に歪曲収差とコマ

収差との補正のバランスを図ることが可能となる。ただし、4枚構成の方が当然、レンズ枚数は増加するので、第1レンズ群(Gr1)の構成として、3、4枚構成のいずれを採用するかは、光学系に要求されている性能要因と、コストあるいはスペース等の要因に鑑みて適宜選択すればよい。

【0026】第1レンズ群(Gr1)を球面レンズのみで構成することにより、非球面レンズを用いている光学系と比較して大幅なコストダウンが可能となる。特に、第1レンズ群(Gr1)が負のパワーを有するズームレンズ系において、明るいレンズ系を実現しようとする場合、第1レンズ群(Gr1)の有効径が大きくなる傾向にある。有効径の大きなレンズを非球面レンズとする場合、ガラス非球面レンズでは、多大なコストアップを避けることができない。また、非球面レンズをプラスチックレンズとすると環境温度に対する焦点距離変化が大きく、近年、高画質化が求められているデジタルスチルカメラの光学系としての信頼性の点で不満が大きい。したがって、第1レンズ群(Gr1)を球面レンズのみで構成することにより、高価なガラス非球面レンズを用いる必要がなくなるため、大幅なコストダウンが可能となるのである。

【0027】ズームレンズを負正の2成分ズームとすることにより、鏡胴の構成、特にズームの移動構成が簡単になり、光学ユニット全体のコストダウンにつながる。また、ズームレンズを負正正の3成分ズームとすることにより、負正の2成分ズームの場合と比較して、より像側にテレセントリック性を確保することが可能となるため、特にマイクロレンズを有する高画素化の固体撮像素子を使用する際の周辺部分の照度確保に有利となる。

【0028】《望ましい条件》次に、各実施の形態のズームレンズが満足すべき条件式を説明する。なお、各実施の形態が以下に示す全ての条件式を同時に満たす必要はなく、個々の条件式をそれぞれ単独に満足すれば、対応する作用効果を達成することが可能である。もちろん、複数の条件式を満足する方が、光学性能、小型化、組立等の観点からより望ましいことはいふまでもない。

【0029】以下の条件式(1)を満足することが望ましい。

$$0.1 < |FF/F1| < 0.6 \quad \dots(1)$$

ただし、

FF：第1レンズ群(Gr1)の焦点距離、

F1：第1レンズ群(Gr1)中最も物体側の正レンズの焦点距離、  
である。

【0030】条件式(1)は、主に歪曲収差とコマ収差とをバランスさせるための条件範囲を規定している。条件式(1)の下限を超えると、負の歪曲収差が大きくなる。逆に、条件式(1)の上限を超えると、コマ収差が悪化して非点収差への悪影響が大きくなる。

【0031】以下の条件式(2)を満足することが望まし

い。

$$0.2 < |FW/FF| < 0.8 \quad \cdots (2)$$

ただし、

FW：広角端[W]での全系の焦点距離、

FF：第1レンズ群(Gr1)の焦点距離、

である。

【0032】条件式(2)は、収差補正及び光学系の大きさを適切に保つための条件範囲を規定している。条件式(2)の下限を超えると、第1レンズ群(Gr1)のパワーが弱くなりすぎるため、収差補正には有利となるが、全長の増大及び前玉径の増大を招いてしまう。逆に、条件式(2)の上限を超えると、第1レンズ群(Gr1)のパワーが強くなりすぎるため、全長短縮には有利となるが、オーバー側への像面の倒れが著しくなる。

【0033】以下の条件式(3)を満足することが望ましい。

$$0.5 < |FR/FN| < 1.5 \quad \cdots (3)$$

ただし、

FR：第2レンズ群(Gr2)の焦点距離、

FN：第2レンズ群(Gr2)中の負レンズの焦点距離、

である。

【0034】条件式(3)は、主にコマ収差をバランスさせるための条件範囲を規定している。条件式(3)の下限を超えると、コマ収差が悪化して高次の倍率色収差への悪影響が大きくなる。逆に、条件式(3)の上限を超えると、コマ収差が悪化して非点収差への悪影響が大きくなる。

【0035】以下の条件式(4)を満足することが望ましい。

$$0.01 < FW/FC < 0.61 \quad \cdots (4)$$

ただし、

FW：広角端[W]での全系の焦点距離、

FC：第3レンズ群(Gr3)の焦点距離、

である。

【0036】条件式(4)は、収差補正及び光学系の大きさを適切に保つための条件範囲を規定している。条件式(4)の下限を超えると、第3レンズ群(Gr3)のパワーが弱くなりすぎるため、収差補正には有利となるが、全長の増大及び前玉径の増大を招いてしまう。逆に、条件式(4)の上限を超えると、第3レンズ群(Gr3)のパワーが強くなりすぎるため、全長短縮には有利となるが、オーバー側への像面の倒れが著しくなる。

【0037】以下の条件式(5)を満足することが望ましい。

$$-0.6 < (r1A + r1B) / (r1A - r1B) < 2.0 \quad \cdots (5)$$

ただし、

r1A：第1レンズ群(Gr1)中最も物体側の正レンズの物体側面の曲率半径、

r1B：第1レンズ群(Gr1)中最も物体側の正レンズの像側面の曲率半径、

である。

【0038】条件式(5)は、主に歪曲収差とコマ収差とをバランスさせるための条件範囲を規定している。条件式(5)の下限を超えると、負の歪曲収差が大きくなる。逆に、条件式(5)の上限を超えると、コマ収差が悪化して非点収差への悪影響が大きくなる。

【0039】以下の条件式(6)を満足することが望ましい。

$$0.2 < |FF/FP| < 1.0 \quad \cdots (6)$$

ただし、

FF：第1レンズ群(Gr1)の焦点距離、

FP：第1レンズ群(Gr1)中最も像側の正レンズの焦点距離、

である。

【0040】条件式(6)は、主にコマ収差をバランスさせるための条件範囲を規定している。条件式(6)の下限を超えると、コマ収差が悪化して高次の倍率色収差への悪影響が大きくなる。逆に、条件式(6)の上限を超えると、コマ収差が悪化して非点収差への悪影響が大きくなる。

【0041】以下の条件式(7)を満足することが望ましい。

$$0.5 < TR/FW < 2.0 \quad \cdots (7)$$

ただし、

TR：第2レンズ群(Gr2)の最も物体側面から最も像側面までの距離、

FW：広角端[W]での全系の焦点距離、

である。

【0042】条件式(7)は、収差補正及び光学系の大きさを適切に保つための条件範囲を規定している。条件式(7)の下限を超えると、第2レンズ群(Gr2)のパワーが強くなりすぎるため、全長短縮には有利となるが、オーバー側への像面の倒れが著しくなる。逆に、条件式(7)の上限を超えると、第2レンズ群(Gr2)のパワーが弱くなりすぎるため、収差補正には有利となるが、全長の増大を招いてしまう。

【0043】以下の条件式(8)を満足することが望ましい。

$$1 < \text{img} \times R < 20 \quad \cdots (8)$$

ただし、

img：最大像高、

R：最も像側の面の有効径(直径)、

である。

【0044】条件式(8)は、主に光学系の大きさ及び収差並びにビデオカメラ特有の条件を、適切に保つための条件範囲を規定している。ビデオカメラに用いられる固体撮像素子(例えばCCD)には、一般に集光性を上げるためのマイクロレンズが各受光素子の前面に設けられている。マイクロレンズの特性を十分に発揮させるためには、マイクロレンズの光軸に対して略平行(つまり各受

光素子の受光面に対して略垂直)に光束を入射させる必要がある。そのためには、撮影光学系が像側にテレセントリックであることが要求される。条件式(8)の上限を超えると、略テレセントリックであることが必要以上となり、負の歪曲収差が大きくなるとともに像面のアンダー側への倒れが著しくなる。逆に、条件式(8)の下限を超えると、略テレセントリックであることを満足することが困難になり、満足したとしてもバックフォーカスが必要以上に長くなるため、光学系自体の大型化を招いてしまう。

【0045】なお、第1～第6の実施の形態を構成している各レンズ群は、入射光線を屈折により偏向させる屈折型レンズ(つまり、異なる屈折率を有する媒質同士の界面で偏向が行われるタイプのレンズ)のみで構成されているが、これに限らない。例えば、回折により入射光線を偏向させる回折型レンズ、回折作用と屈折作用との組み合わせで入射光線を偏向させる屈折・回折ハイブリッド型レンズ、入射光線を媒質内の屈折率分布により偏向させる屈折率分布型レンズ等で、各レンズ群を構成してもよい。

【0046】

【実施例】以下、本発明を実施したズームレンズの構成を、コンストラクションデータ、収差図等を挙げて、更

$$X(H) = (C \cdot H^2) / \{1 + \sqrt{1 - C^2 \cdot H^2}\} + (A4 \cdot H^4 + A6 \cdot H^6 + A8 \cdot H^8 + A10 \cdot H^{10} + A12 \cdot H^{12}) \dots (AS)$$

ただし、式(AS)中、

X(H)：高さHの位置での光軸方向の変位量(面頂点基準)、

H：光軸に対して垂直な方向の高さ、

C：近軸曲率、

Ai：i次の非球面係数、  
である。

【0049】図7～図12は実施例1～実施例6にそれぞれ対応する収差図であり、[W]は広角端、[M]はミドル、[T]は望遠端における諸収差(左から順に、球面収差等、非点収差、歪曲収差)を示している(Y'：最大像高)。また、各収差図中、実線(d)はd線に対する収差、一点鎖線(g)はg線に対する収差、二点鎖線(c)はc線に対する収差、破線(SC)は正弦条件を表しており、破線(DM)はメリディオナル面でのd線に対する非点収差、実線(DS)はサジタル面でのd線に対する非点収差を表わしている。

【0050】

に具体的に説明する。なお、以下に挙げる実施例1～6は、前述した第1～第6の実施の形態にそれぞれ対応しており、第1～第6の実施の形態を表すレンズ構成図(図1～図6)は、対応する実施例1～6のレンズ構成をそれぞれ示している。

【0047】各実施例のコンストラクションデータにおいて、ri(i=1,2,3,...)は物体側から数えてi番目の面の曲率半径、di(i=1,2,3,...)は物体側から数えてi番目の軸上面間隔を示しており、Ni(i=1,2,3,...), vi(i=1,2,3,...)は物体側から数えてi番目の光学要素のd線に対する屈折率(Nd),アッベ数(vd)を示している。また、コンストラクションデータ中、ズーミングにおいて変化する軸上面間隔は、広角端(短焦点距離端)[W]～ミドル(中間焦点距離状態)[M]～望遠端(長焦点距離端)[T]での可変空気間隔である。各焦点距離状態[W],[M],[T]に対応する全系の焦点距離f及びFナンバーFNOを併せて示す。

【0048】曲率半径riに\*印が付された面は、非球面で構成された面であることを示し、非球面の面形状を表わす以下の式(AS)で定義されるものとする。各非球面の非球面データを他のデータと併せて示し、条件式対応値を表1に示す。

## 《実施例1》

f=8.24~13.02~20.58, FNO=3.90~4.60~5.77

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率] [アッペ数]

r1= 42.348  
     d1= 2.351 N1=1.75450  $\nu$ 1= 51.57  
 r2= -65.454  
     d2= 0.200  
 r3= 127.984  
     d3= 1.000 N2=1.78831  $\nu$ 2= 47.32  
 r4= 6.406  
     d4= 2.756  
 r5= -26.940  
     d5= 1.082 N3=1.48749  $\nu$ 3= 70.44  
 r6= 258.614  
     d6= 0.200  
 r7= 9.913  
     d7= 1.977 N4=1.84666  $\nu$ 4= 23.82  
 r8= 14.477  
     d8= 18.351~9.204~3.411  
 r9=  $\infty$ (SP)  
     d9= 1.500  
 r10= 6.737  
     d10= 3.150 N5=1.48749  $\nu$ 5= 70.44  
 r11= -84.544  
     d11= 2.170  
 r12\*= -39.380  
     d12= 2.020 N6=1.84506  $\nu$ 6= 23.66  
 r13\*= 34.078  
     d13= 1.060  
 r14= 63.053  
     d14= 2.200 N7=1.51823  $\nu$ 7= 58.96  
 r15= -15.366  
     d15= 3.190~8.155~16.010  
 r16=  $\infty$   
     d16= 3.480 N8=1.51680  $\nu$ 8= 64.20  
 r17=  $\infty$

【0051】[第12面(r12)の非球面データ]

 $\epsilon = 1.0000$ A4=-0.61201 $\times 10^{-3}$ A6= 0.59746 $\times 10^{-5}$ A8=-0.24463 $\times 10^{-6}$ A10=-0.49318 $\times 10^{-9}$ A12=-0.88892 $\times 10^{-12}$ 

【0052】[第13面(r13)の非球面データ]

 $\epsilon = 1.0000$ A4=-0.48791 $\times 10^{-4}$ A6= 0.16377 $\times 10^{-4}$ A8= 0.10555 $\times 10^{-6}$ A10= 0.39502 $\times 10^{-10}$ A12=-0.49995 $\times 10^{-12}$ 

## 【0053】

## 《実施例2》

f=7.72~12.60~20.58, FNO=3.70~4.50~5.77

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率] [アッペ数]

r1= 61.495  
     d1= 2.264 N1=1.75450  $\nu$ 1= 51.57  
 r2= -57.901  
     d2= 0.200  
 r3= 82.677  
     d3= 1.000 N2=1.78831  $\nu$ 2= 47.32  
 r4= 6.107  
     d4= 2.854  
 r5= -29.879  
     d5= 1.000 N3=1.48749  $\nu$ 3= 70.44  
 r6= 51.210  
     d6= 0.200  
 r7= 10.130  
     d7= 2.058 N4=1.84666  $\nu$ 4= 23.82  
 r8= 16.993  
     d8= 18.531~9.145~3.386  
 r9=  $\infty$ (SP)  
     d9= 1.500  
 r10= 7.006  
     d10= 2.941 N5=1.48749  $\nu$ 5= 70.44  
 r11= -27.376  
     d11= 1.318  
 r12\*= 62.883  
     d12= 1.923 N6=1.84506  $\nu$ 6= 23.66  
 r13\*= 13.427  
     d13= 2.997  
 r14= 242.470  
     d14= 1.764 N7=1.51823  $\nu$ 7= 58.96  
 r15= -16.297  
     d15= 3.000~8.541~17.605  
 r16=  $\infty$   
     d16= 3.480 N8=1.51680  $\nu$ 8= 64.20  
 r17=  $\infty$

【0054】[第12面(r12)の非球面データ]

 $\epsilon = 1.0000$ A4=-0.58746 $\times 10^{-3}$ A6= 0.16863 $\times 10^{-5}$ A8=-0.31408 $\times 10^{-6}$ A10= 0.37284 $\times 10^{-7}$ A12=-0.23694 $\times 10^{-8}$ 

【0055】[第13面(r13)の非球面データ]

 $\epsilon = 1.0000$ A4=-0.10910 $\times 10^{-3}$ A6= 0.13363 $\times 10^{-4}$ A8= 0.42174 $\times 10^{-7}$ A10=-0.12506 $\times 10^{-7}$

$$A12 = 0.16770 \times 10^{-8}$$

【0056】《実施例3》

$f = 8.24 \sim 13.02 \sim 20.58$ ,  $FNO = 3.95 \sim 4.65 \sim 5.77$

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率] [アッペ数]

$r1 = -114.361$   
 $d1 = 2.045$   $N1 = 1.78100$   $\nu 1 = 44.55$   
 $r2 = -29.531$   
 $d2 = 0.426$   
 $r3 = -648.092$   
 $d3 = 1.000$   $N2 = 1.78100$   $\nu 2 = 44.55$   
 $r4 = 6.661$   
 $d4 = 3.041$   
 $r5 = 8.253$   
 $d5 = 2.081$   $N3 = 1.79850$   $\nu 3 = 22.60$   
 $r6 = 10.599$   
 $d6 = 19.325 \sim 9.638 \sim 3.504$   
 $r7 = \infty (SP)$   
 $d7 = 1.500$   
 $r8 = 6.737$   
 $d8 = 3.150$   $N4 = 1.48749$   $\nu 4 = 70.44$   
 $r9 = -84.544$   
 $d9 = 2.170$   
 $r10* = -55.975$   
 $d10 = 2.020$   $N5 = 1.84506$   $\nu 5 = 23.66$   
 $r11* = 26.163$   
 $d11 = 1.060$   
 $r12 = 63.053$   
 $d12 = 2.200$   $N6 = 1.51823$   $\nu 6 = 58.96$   
 $r13 = -15.366$   
 $d13 = 3.013 \sim 7.743 \sim 15.222$   
 $r14 = \infty$   
 $d14 = 3.480$   $N7 = 1.51680$   $\nu 7 = 64.20$   
 $r15 = \infty$

【0057】[第10面( $r10$ )の非球面データ]

$$\epsilon = 1.0000$$

$$A4 = -0.71098 \times 10^{-3}$$

$$A6 = 0.17639 \times 10^{-6}$$

$$A8 = 0.84557 \times 10^{-6}$$

$$A10 = -0.28993 \times 10^{-9}$$

$$A12 = -0.79492 \times 10^{-8}$$

【0058】[第11面( $r11$ )の非球面データ]

$$\epsilon = 1.0000$$

$$A4 = -0.19528 \times 10^{-3}$$

$$A6 = 0.23130 \times 10^{-4}$$

$$A8 = -0.59546 \times 10^{-7}$$

$$A10 = -0.60618 \times 10^{-8}$$

$$A12 = -0.35085 \times 10^{-8}$$

【0059】

《実施例4》

$f = 8.24 \sim 13.02 \sim 20.58$ ,  $FNO = 3.95 \sim 4.65 \sim 5.77$

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率] [アッペ数]

$r1 = -107.105$   
 $d1 = 2.046$   $N1 = 1.78100$   $\nu 1 = 44.55$   
 $r2 = -28.961$   
 $d2 = 0.200$   
 $r3 = -653.168$   
 $d3 = 1.000$   $N2 = 1.78100$   $\nu 2 = 44.55$   
 $r4 = 6.862$   
 $d4 = 3.189$   
 $r5 = 8.543$   
 $d5 = 2.093$   $N3 = 1.79850$   $\nu 3 = 22.60$   
 $r6 = 11.021$   
 $d6 = 20.185 \sim 9.966 \sim 3.495$   
 $r7 = \infty (SP)$   
 $d7 = 1.500$   
 $r8 = 6.536$   
 $d8 = 2.894$   $N4 = 1.48749$   $\nu 4 = 70.44$   
 $r9 = -177.629$   
 $d9 = 2.253$   
 $r10* = -172.259$   
 $d10 = 1.500$   $N5 = 1.84506$   $\nu 5 = 23.66$   
 $r11* = 19.775$   
 $d11 = 1.827$   
 $r12 = 39.239$   
 $d12 = 1.862$   $N6 = 1.51823$   $\nu 6 = 58.96$   
 $r13 = -18.668$   
 $d13 = 3.000 \sim 7.626 \sim 14.941$   
 $r14 = \infty$   
 $d14 = 3.480$   $N7 = 1.51680$   $\nu 7 = 64.20$   
 $r15 = \infty$

【0060】[第10面( $r10$ )の非球面データ]

$$\epsilon = 1.0000$$

$$A4 = -0.73963 \times 10^{-3}$$

$$A6 = -0.13926 \times 10^{-5}$$

$$A8 = 0.64428 \times 10^{-6}$$

$$A10 = -0.29946 \times 10^{-7}$$

$$A12 = -0.20662 \times 10^{-8}$$

【0061】[第11面( $r11$ )の非球面データ]

$$\epsilon = 1.0000$$

$$A4 = -0.18713 \times 10^{-3}$$

$$A6 = 0.20435 \times 10^{-4}$$

$$A8 = -0.29725 \times 10^{-6}$$

$$A10 = 0.47647 \times 10^{-7}$$

$$A12 = -0.36147 \times 10^{-8}$$

【0062】《実施例5》

$f = 7.21 \sim 12.18 \sim 20.58$ ,  $FNO = 3.30 \sim 4.20 \sim 5.77$

【曲率半径】 【軸上面間隔】 【屈折率】 【アッペ数】  
 r1= 45.228  
     d1= 2.284 N1=1.75450  $\nu$ 1= 51.57  
 r2= -86.518  
     d2= 0.200  
 r3= 77.495  
     d3= 1.000 N2=1.83400  $\nu$ 2= 37.05  
 r4= 6.369  
     d4= 2.813  
 r5= -26.185  
     d5= 1.000 N3=1.69100  $\nu$ 3= 54.75  
 r6= 27.593  
     d6= 0.488  
 r7= 13.377  
     d7= 2.339 N4=1.79850  $\nu$ 4= 22.60  
 r8= 471.427  
     d8= 18.183~8.747~3.159  
 r9=  $\infty$ (SP)  
     d9= 1.500  
 r10= 6.539  
     d10= 3.144 N5=1.60311  $\nu$ 5= 60.74  
 r11= -50.182  
     d11= 1.240  
 r12\*= 58.131  
     d12= 2.500 N6=1.84506  $\nu$ 6= 23.66  
 r13\*= 8.071  
     d13= 0.923  
 r14= 18.741  
     d14= 1.808 N7=1.48749  $\nu$ 7= 70.44  
 r15= -41.403  
     d15= 5.597~11.182~20.621  
 r16= -46.450  
     d16= 2.500 N8=1.84666  $\nu$ 8= 23.82  
 r17= -23.885  
     d17= 1.000  
 r18=  $\infty$   
     d18= 3.480 N9=1.51680  $\nu$ 9= 64.20  
 r19=  $\infty$

【0063】 【第12面(r12)の非球面データ】

$\epsilon = 1.0000$   
 $A4 = -0.84595 \times 10^{-3}$   
 $A6 = -0.93627 \times 10^{-5}$   
 $A8 = 0.20290 \times 10^{-6}$   
 $A10 = 0.95205 \times 10^{-7}$   
 $A12 = -0.77924 \times 10^{-8}$

【0064】 【第13面(r13)の非球面データ】

$\epsilon = 1.0000$   
 $A4 = -0.14558 \times 10^{-3}$   
 $A6 = 0.62395 \times 10^{-5}$   
 $A8 = 0.21508 \times 10^{-5}$

$A10 = 0.14191 \times 10^{-6}$

$A12 = -0.19090 \times 10^{-7}$

【0065】 《実施例6》

$f = 8.24 \sim 13.02 \sim 20.58$ ,  $FN0 = 3.50 \sim 4.40 \sim 5.77$

【曲率半径】 【軸上面間隔】 【屈折率】 【アッペ数】

r1= -104.768  
     d1= 1.910 N1=1.75450  $\nu$ 1= 51.57  
 r2= -34.627  
     d2= 0.330  
 r3= -249.560  
     d3= 1.000 N2=1.77250  $\nu$ 2= 49.77  
 r4= 8.346  
     d4= 3.901  
 r5= 10.278  
     d5= 2.009 N3=1.79850  $\nu$ 3= 22.60  
 r6= 13.894  
     d6= 18.383~9.226~3.428  
 r7=  $\infty$ (SP)  
     d7= 1.500  
 r8= 6.364  
     d8= 3.666 N4=1.58913  $\nu$ 4= 61.11  
 r9= -34.481  
     d9= 0.372  
 r10\*= 22.684  
     d10= 2.500 N5=1.84506  $\nu$ 5= 23.66  
 r11\*= 6.630  
     d11= 1.500  
 r12= 16.892  
     d12= 2.000 N6=1.85000  $\nu$ 6= 40.04  
 r13= 20.321  
     d13= 3.950~8.749~16.337  
 r14= 592.385  
     d14= 2.500 N7=1.75450  $\nu$ 7= 51.57  
 r15= -20.088  
     d15= 1.000  
 r16=  $\infty$   
     d16= 3.480 N8=1.51680  $\nu$ 8= 64.20  
 r17=  $\infty$

【0066】 【第10面(r10)の非球面データ】

$\epsilon = 1.0000$   
 $A4 = -0.74706 \times 10^{-3}$   
 $A6 = -0.15529 \times 10^{-4}$   
 $A8 = 0.29404 \times 10^{-6}$   
 $A10 = 0.83231 \times 10^{-7}$   
 $A12 = -0.76175 \times 10^{-8}$

【0067】 【第11面(r11)の非球面データ】

$\epsilon = 1.0000$   
 $A4 = -0.76105 \times 10^{-4}$   
 $A6 = -0.23448 \times 10^{-5}$   
 $A8 = 0.35961 \times 10^{-5}$



$$A10=0.19380 \times 10^{-7}$$

$$A12=-0.15717 \times 10^{-7}$$

【0068】

【表1】

《条件式対応値》

実施例	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	$ FF/FI $	$ FW/FF $	$ FR/FN $	$FW/FC$	$(r1A+r1B)/(r1A-r1B)$	$ FF/FP $	$TR/FW$	$\log \times R$
1	0.41	0.59	0.68	---	-0.21	0.45	1.29	11.2
2	0.32	0.60	0.71	---	0.03	0.49	1.42	11.4
3	0.29	0.56	0.70	---	1.70	0.44	1.29	12.4
4	0.31	0.54	0.71	---	1.74	0.44	1.25	12.2
5	0.34	0.54	0.78	0.13	-0.31	0.78	1.33	17.1
6	0.28	0.43	1.20	0.32	1.99	0.48	1.22	18.5

【0069】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、負・正で始まるズームレンズにおいて第1、第2レンズ群が適切なレンズ構成を有しているため、高い性能を保持しつつズームレンズの小型化及び低コスト化を達成することができる。そして、本発明をデジタルカメラのズームレンズに適用すれば、デジタルカメラのコンパクト化、低コスト化及び高性能化に寄与することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態(実施例1)のレンズ構成図。

【図2】第2の実施の形態(実施例2)のレンズ構成図。

【図3】第3の実施の形態(実施例3)のレンズ構成図。

【図4】第4の実施の形態(実施例4)のレンズ構成図。

【図5】第5の実施の形態(実施例5)のレンズ構成図。

【図6】第6の実施の形態(実施例6)のレンズ構成図。

【図7】実施例1の収差図。

【図8】実施例2の収差図。

【図9】実施例3の収差図。

【図10】実施例4の収差図。

【図11】実施例5の収差図。

【図12】実施例6の収差図。

【符号の説明】

Gr1 …第1レンズ群

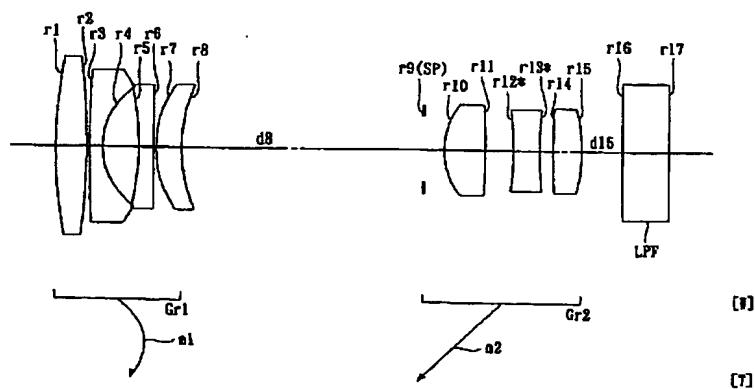
SP …絞り

Gr2 …第2レンズ群

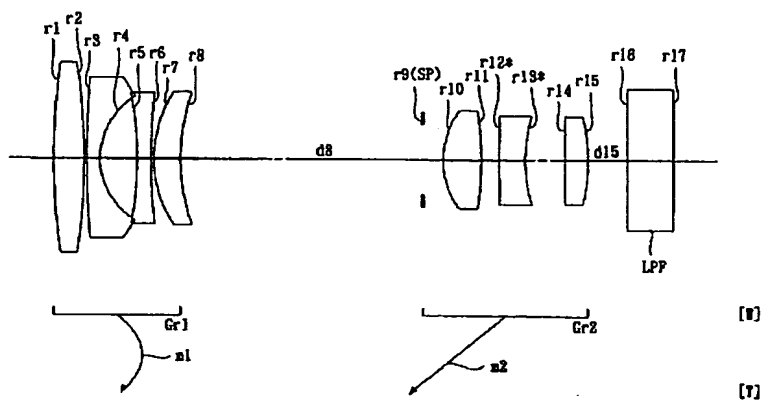
Gr3 …第3レンズ群

LPF …ローパスフィルター

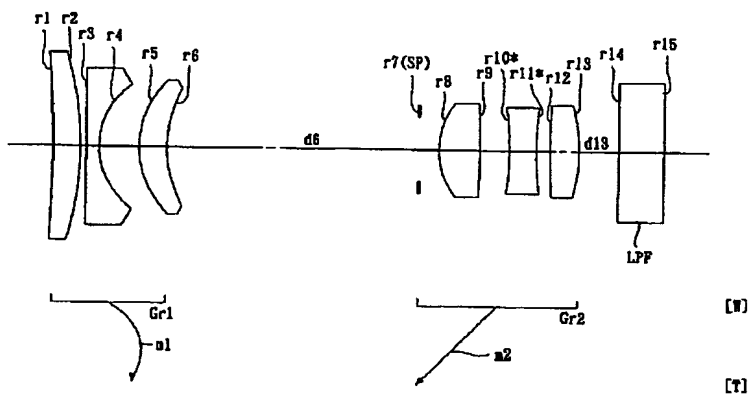
【図1】



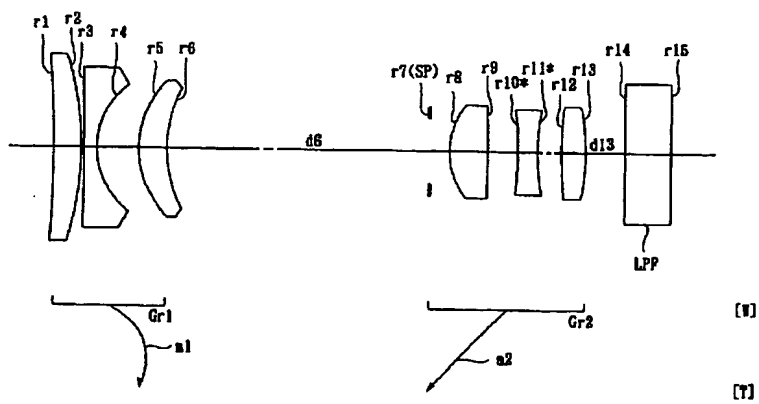
【図 2】



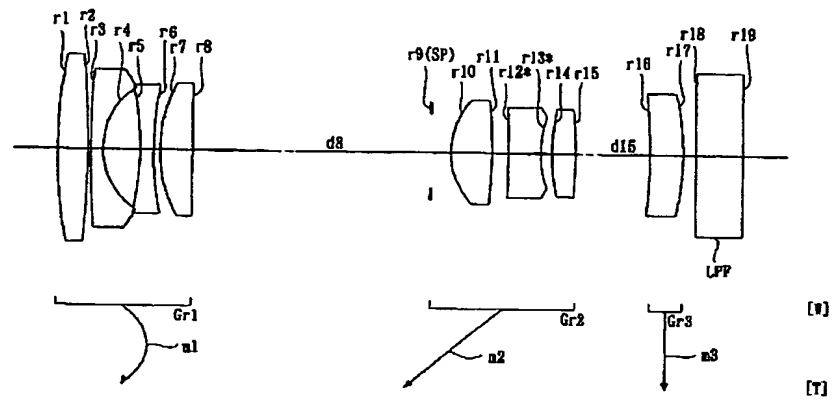
【図 3】



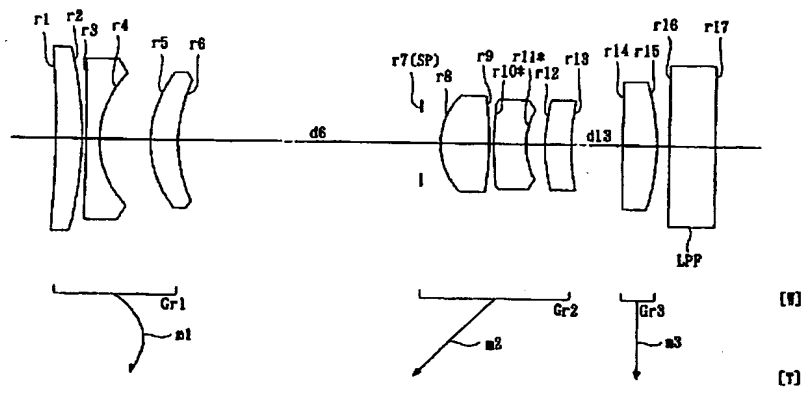
【図 4】



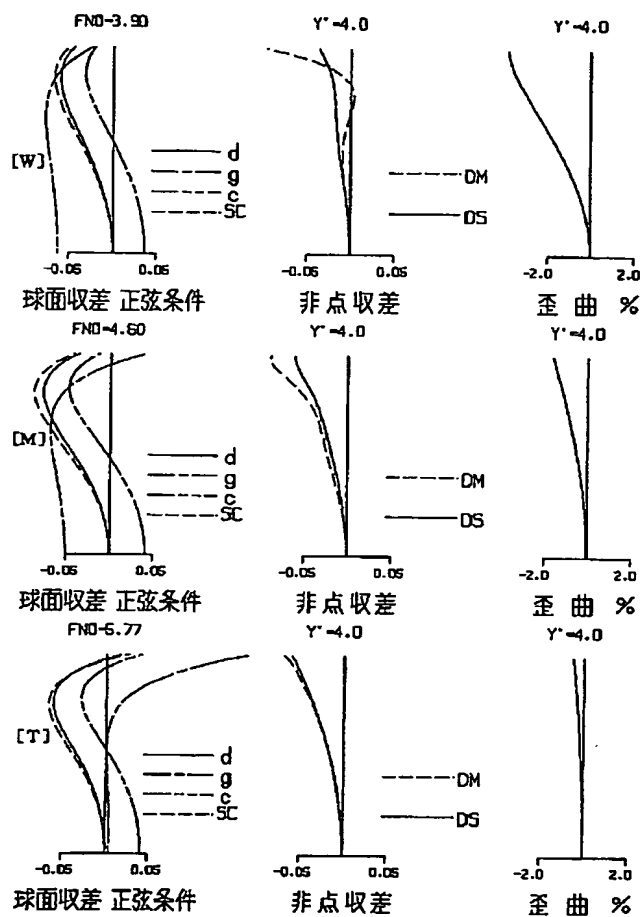
【図 5】



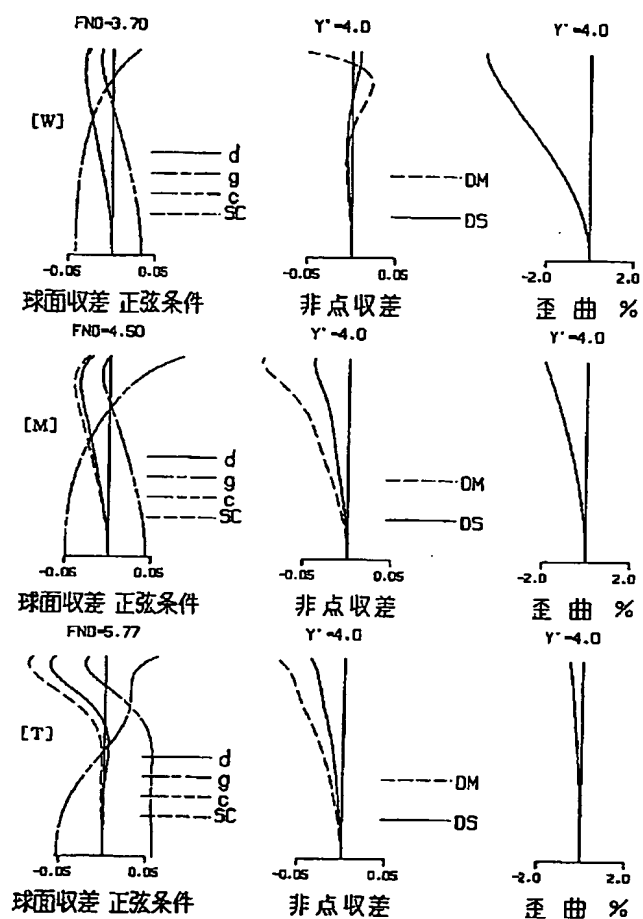
【図 6】



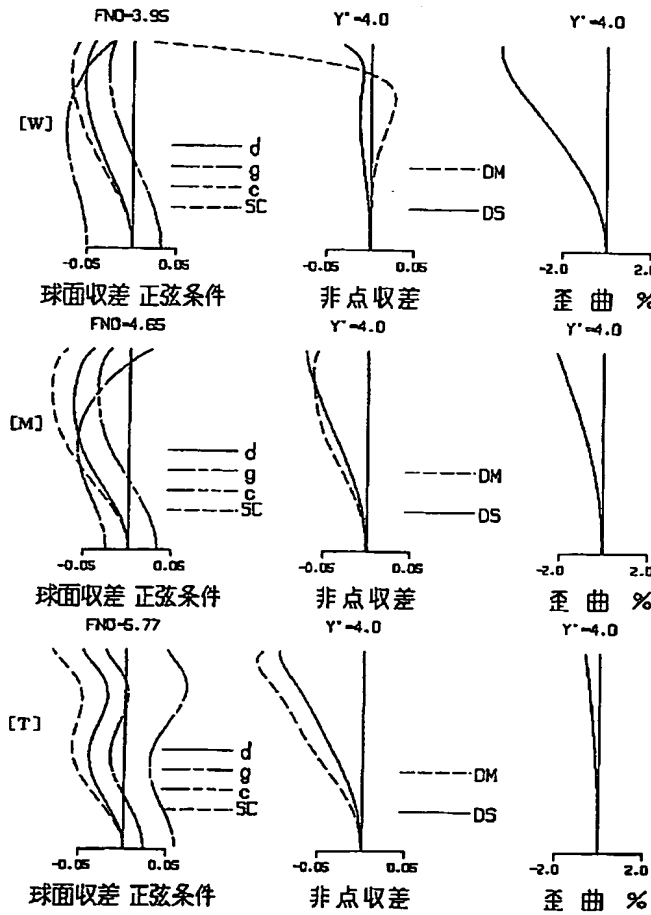
【図7】



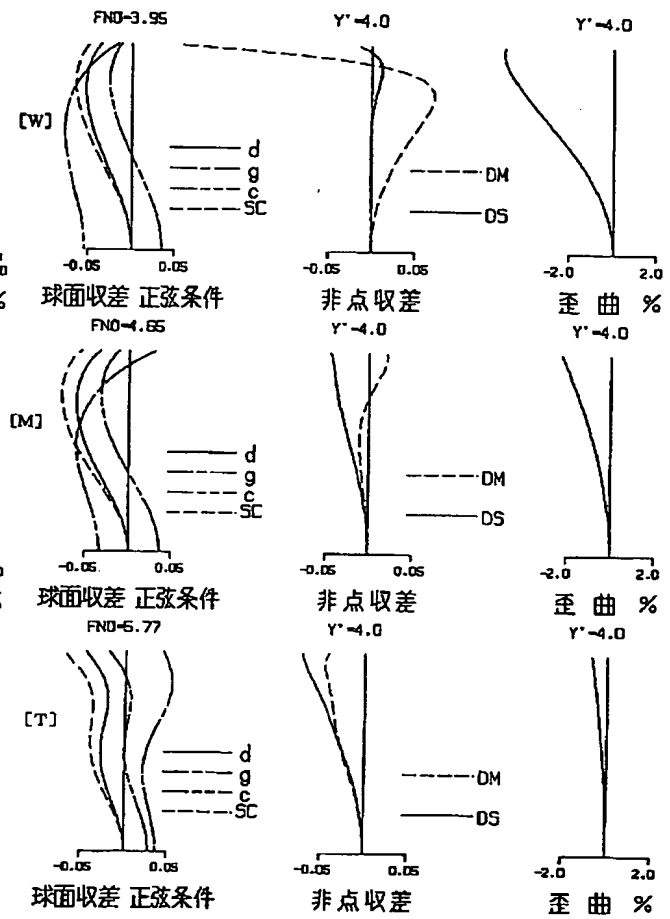
【図8】



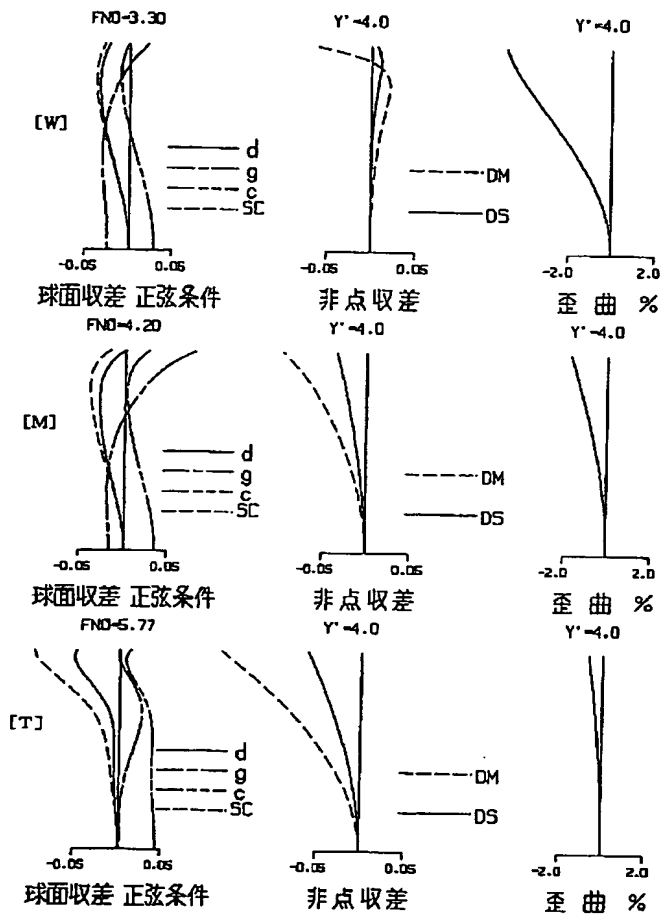
【図9】



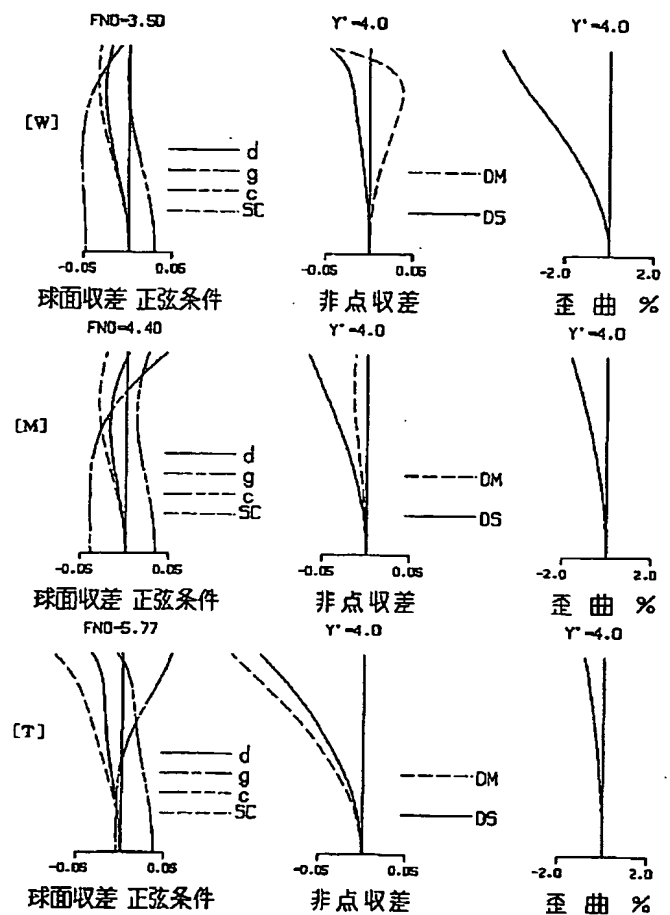
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2H087 KA03 NA02 PA06 PA07 PA08  
 PA17 PB06 PB07 PB08 QA02  
 QA03 QA07 QA12 QA14 QA22  
 QA25 QA26 QA32 QA34 QA41  
 QA42 QA45 QA46 RA05 RA12  
 RA13 RA21 RA36 RA43 RA46  
 SA07 SA09 SA14 SA16 SA19  
 SA62 SA63 SA74 SB04 SB05  
 SB14 SB22